

呼伦贝尔草原土地利用格局及其植被覆盖变化研究

胡志超¹,王海梅²,马秀枝³

(1. 呼和浩特市气象局, 内蒙古 呼和浩特 010051; 2. 内蒙古自治区气象科学研究所, 内蒙古 呼和浩特 010051; 3. 内蒙古农业大学 林学院, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘要:为了研究呼伦贝尔草原土地利用/覆盖类型的变化特征和植被覆盖度变化及其趋势,以西部草原区域为研究区,选取 2010 年、2013 年的 1:10 万土地数据集进行土地利用变化矩阵分析,对比该区域的土地利用类型格局变化,并基于 2000~2013 年 MODISNDVI 16 d 合成数据,采用一元线性回归趋势分析建立 14 年像元的植被覆盖度的时空变化特征。结果表明:(1)研究区的土地类型主要以草地、林地为主,两者面积所占百分比稳定在 80% 左右;(2)14 年面积增长幅度最大的为未利用土地,其中转移主要来源于草地,减少幅度最大的为耕地,主要减少成为草地;(3)植被覆盖度总体平稳并呈上升态势,中高覆盖度面积 53 635.08 km²,增长比例最高;(4)植被覆盖度变化呈改善状态的地区集中在中西部,呈退化趋势的地区分布在东部,其中显著退化区域分布在海拉尔区及其南北部一带。

关键词:呼伦贝尔;土地利用;植被覆盖度;MODIS NDVI

中图分类号:S159 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2020)05-0023-06

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyecp.2020.05.004

植被覆盖度是衡量地表植被状况的直观指标,也是评价区域生态环境优劣的重要因子^[1-3],它很大程度上代表了生态环境变化的总体状况^[4]。植被覆盖时空变化的研究,能够深入了解植被与气候、土地利用变化之间的响应关系,揭示区域环境状况的演化与变迁等^[5],因此其已成为现阶段区域乃至全球生态变化的热点研究领域^[6]。随着对全球环境变化研究的不断深入,各国科学家认识到土地利用/覆被变化是影响陆地生态恢复最直接的人为驱动因素之一,在全球变化研究中起着极其重要的作用^[7]。当前国内外学者普遍基于遥感手段进行植被覆盖度的反演并进行区域生态环境评价。刘宇等^[8]对黄土高原 2000~2008 年植被覆

盖度变化与土地利用/覆被变化的地形分异关系进行了研究;梁尧钦等^[9]对大鹏半岛土地利用变化格局特征及植被覆盖度动态之间的响应关系进行了研究;王治良等^[10]定量分析了呼伦贝尔草原区的土地利用和景观指数的变化特征;潘学平等^[11]分析了呼伦贝尔草原地上生物量及植被覆盖度的时空格局。随着以遥感数据为基础的植被覆盖度 FVC(fractional vegetation cover)的相关研究日趋深入,逐渐出现了土地覆被分类、植被遥感分类与制图及植被动态监测研究^[12]。其中结合土地利用/覆盖变化不仅反映了植被覆盖特征^[13],还再现了景观动态变化过程^[14-16],反过来通过景观格局变化能够综合了解土地利用的变化。

1 研究区概况及方法

1.1 研究区概况

呼伦贝尔草原位于欧亚草原东部,是中国北方草原的重要组成部分,地处 N 47°05'~53°20',E 115°31'~123°00',总面积为 84 969 km²,包括鄂温克旗、新巴尔虎左旗、新巴尔虎右旗、陈巴尔虎旗、海拉尔区和满洲里市牧业六旗市以及额尔古纳市、牙克石市的南部^[17],是内蒙古自治区重要的畜牧业基地。海拔高度

收稿日期:2019-12-17; 修回日期:2020-04-26

基金项目:国家自然科学基金项目(31560155);内蒙古自治区自然科学基金项目(2019MS04002);中国科学院战略性先导科技专项(XDA20050103)

作者简介:胡志超(1988-),男,内蒙古呼和浩特市人,硕士,工程师,主要从事生态遥感、气候环境演变等研究。E-mail:huzhichao6716561@126.com
王海梅为通讯作者。
E-mail:wanghmuhe@126.com

500~900 m,地势东高西低;高原大陆性气候特征明显,年降水量在 240~400 mm,平均气温在-1~0℃,冬季漫长寒冷,夏季短暂凉爽^[18]。植被类型以丛生禾

草、旱生植物占优势的温性典型草原为主,受地下水、地表积水等因素的影响,具有大面积的低地草甸和沼泽植被(图 1)。

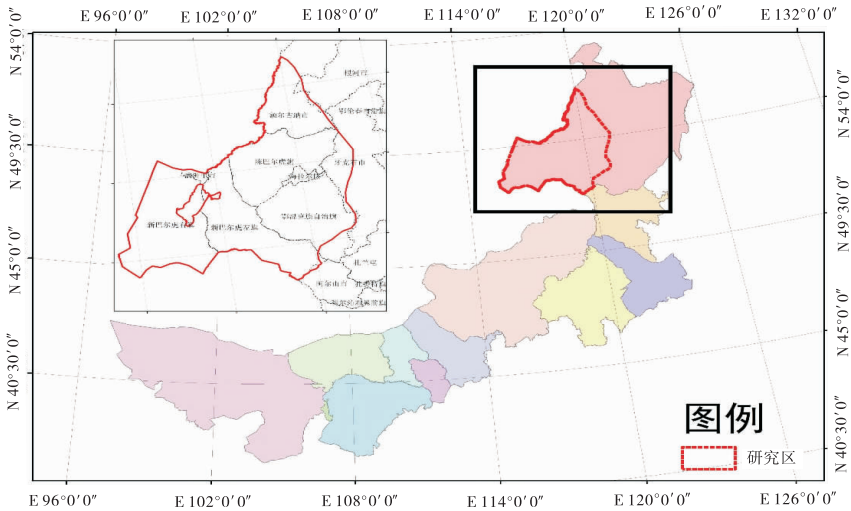


图 1 研究区示意图

Fig. 1 Location of study area

1.2 数据来源及方法

1.2.1 数据来源 本研究采用的数据为:(1)研究土地利用/覆盖数据来源于内蒙古自治区 1:10 万土地利用数据集,该数据集中土地利用类型共划分为 6 个大类、25 个二级类,本研究使用 2000 年和 2013 年的土地利用数据。(2)植被覆盖卫星遥感资料选取美国国家宇航局(NASA)提供的 2000~2013 年 16 d 合成 MODISNDVI 数据产品(空间分辨率 250 m),轨道号分别为 h25v03、h25v04、h26v03、h26v04。该数据集已进行去云、辐射校正、大气校正等处理。利用 MODIS Reprojection Tool 工具进行图像拼接、裁剪、投影变换等批处理,在 ArcGIS10.2 中利用最大值合成法(Maximum Value Composite)获得逐年的 NDVI 数据集。

1.2.2 植被覆盖度计算方法 基于 MODISNDVI 数据,选取像元二分模型进行 f_c 的计算,方法如下:

$$f_c = \frac{NDVI_i - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \tag{1}$$

式中: f_c 为植被覆盖度; $NDVI_i$ 为第 i 个像元的 NDVI 值; $NDVI_s$ 为裸地像元的 NDVI 值; $NDVI_v$ 为纯植被覆盖像元的 NDVI 值。

根据研究区植被覆盖特征及内蒙古植被类型及其分布状况,将该区植被划分为以下 4 个等级: $f_c \leq 30\%$ 为低覆盖度植被区; $30\% < f_c \leq 50\%$ 为中覆盖度植被区; $50\% < f_c \leq 80\%$ 为中高覆盖度植被区; $f_c > 80\%$ 为高覆盖度植被区。

1.2.3 植被覆盖度变化趋势分析 基于对植被覆盖度变化进行逐像元的一元线性回归趋势分析,取植被覆盖度(f_c)与时间(i)的线性回归斜率作为覆盖度变化趋势的表征。一元线性回归公式为:

$$\beta_{slope} = \frac{T \times \sum_{i=1}^T (i \times f_{ci}) - (\sum_{i=1}^T i) (\sum_{i=1}^T f_{ci})}{T \times \sum_{i=1}^T i^2 - (\sum_{i=1}^T i)^2} \tag{2}$$

式中: β_{slope} 为植被覆盖度变化趋势线斜率; T 为总年数; i 为年份, $i=1,2,\dots,T$; f_{ci} 为第 i 年的植被覆盖度,单位为 %。

基于 2000~2013 年逐月的植被覆盖数据,获得研究区逐像元植被覆盖变化一元线性趋势分析的空间格局^[19],其中 β_{slope} 为回归方程的斜率,若 $\beta_{slope} > 0$,则该像元 14 年间的植被覆盖变化趋势增加,且数值越大植被覆盖度增加趋势越明显;反之表明植被变化趋势减少; $\beta_{slope} = 0$ 表示此像元的植被覆盖无变化。根据植被覆盖度斜率数据,采用自然断点法将变化斜率划分成 5 个等级。

2 结果与分析

2.1 2000 年和 2013 年土地利用特征分析

由 2000 年与 2013 年的 1:10 万土地利用/覆盖数据可知,研究区 2000 年土地利用/覆盖类型面积在前 3 位的为草地、林地和耕地,分别占总面积的 66.88%、

13.23%和 8.43%，三者共占总面积的 88.54%；2013 年土地利用/覆盖面积前 3 位为草地、林地和未利用土地，分别占总面积的为 62.83%、13.66%和 13.03%，三者共占总面积的 89.52%；14 年间，研究区草地、林地、耕地、未利用土地净变化面积分别为-3 912、417、-1 851 和 6 108 km²，较 2000 年变化幅度分别为-6.05%、3.26%、-22.72%和 94.13%(表 1)。

2.2 2000~2013 年土地利用变化转移矩阵

2013 年，研究区土地利用/覆盖类型变化幅度由

大到小排列前三位的是未利用土地、耕地、水域，分别为94.13%、-22.72%和-19.84%，2013 年未利用土地类型增长了 6 108 km²，其中主要是高覆盖度草地和低覆盖度草地分别转移为沼泽地和沙地，共计面积 4 922 km²；耕地面积减少 1 851 km²，主要转移为低覆盖度草地；还有 301 km²的由林地变成耕地；水域用地面积减少 773 km²，其中，滩地减少最快，有 834 km²转移成为高覆盖度草地，湖泊面积较 2000 年减少 241 km²(表 2)。

表 1 2000~2013 年呼伦贝尔土地利用/覆盖面积及比例
Table 1 Area and ratio of land use/cover types in Hulunbuir from 2000 to 2013

土地利用/覆盖类型	2000 年		2013 年		净变化面积/km ²
	面积/km ²	占总面积比例/%	面积/km ²	占总面积比例/%	
耕地	8 146	8.43	6 295	6.51	-1 851
林地	12 792	13.23	13 210	13.66	417
草地	64 662	66.88	60 750	62.83	-3912
水域	3 896	4.03	3 123	3.23	-773
城乡、工矿、居民用地	705	0.73	715	0.74	11
未利用土地	6489	6.71	12 598	13.03	6 108

表 2 2000~2013 年研究区土地利用/覆盖变化转移矩阵
Table 2 Transform matrix of land use/cover change (LUCC) from 2000 to 2013

	耕地	林地	草地	水域	城乡、工矿、居民用地	未利用土地	总计
耕地	3 447	221	4 176	15	73	213	8 146
林地	522	8 975	2 348	21	32	894	12 792
草地	1 974	3 798	51536	377	344	6 633	64 662
水域	79	16	915	2 441	18	422	389
城乡、工矿、居民用地	98	72	288	5	191	49	705
未利用土地	175	126	1 486	260	56	4 385	6 489
总计	6 295	13 207	60 749	3120	713	12 596	96 691

林地面积整体增多，主要来源于草地中的高覆盖草地。草地面积整体减少，但呈现“高覆盖度草地面积快速增多，中、低度覆盖度草地面积减少”的趋势。城乡工矿居民用地面积较为稳定，但农村居民点变化较大，有 207 km²转移成为高覆盖草地。

研究区耕地面积减少，其中大部分转移为草地，跟当地退耕还草等宏观政策有关；水域面积减少明显，主要体现在呼伦湖及周边滩地面积的缩减，气候暖干化已经成为呼伦湖湿地面积萎缩的主要因素^[20]；草地面积整体减少，草地质量向两极集中变化，一部分退化转移成为未利用土地类型中的沼泽地与沙地，一部分转移为高覆盖度草地；林地与城乡工矿居民用地较为稳定，城乡工矿居民用地土地类型中有 250 km²农村居

民点转变为草地。

2.3 各年代植被覆盖状况特征

利用 ArcGIS 中的栅格计算器工具计算研究区 2000 年和 2013 年的植被覆盖度等级分布情况，分析表明，研究区植被覆盖度总体分布呈现西南小，东部大的特征，中、低覆盖度植被区主要分布在呼伦贝尔西南部，覆盖等级较高地区主要分布在东部的林草交错地区(图 2)。2000 年、2013 年研究区植被覆盖度区域平均值分别为 0.66、0.69。2000~2013 年，植被覆盖度呈现增长趋势，高、中高覆盖度植被区的比例分别由 31.17%和 49.47%上升到 34.99%和 56.77%，中覆盖度、低覆盖度植被区的比例分别由 17.90%和 1.46%下降到 7.73%和 0.51%(表 3)。

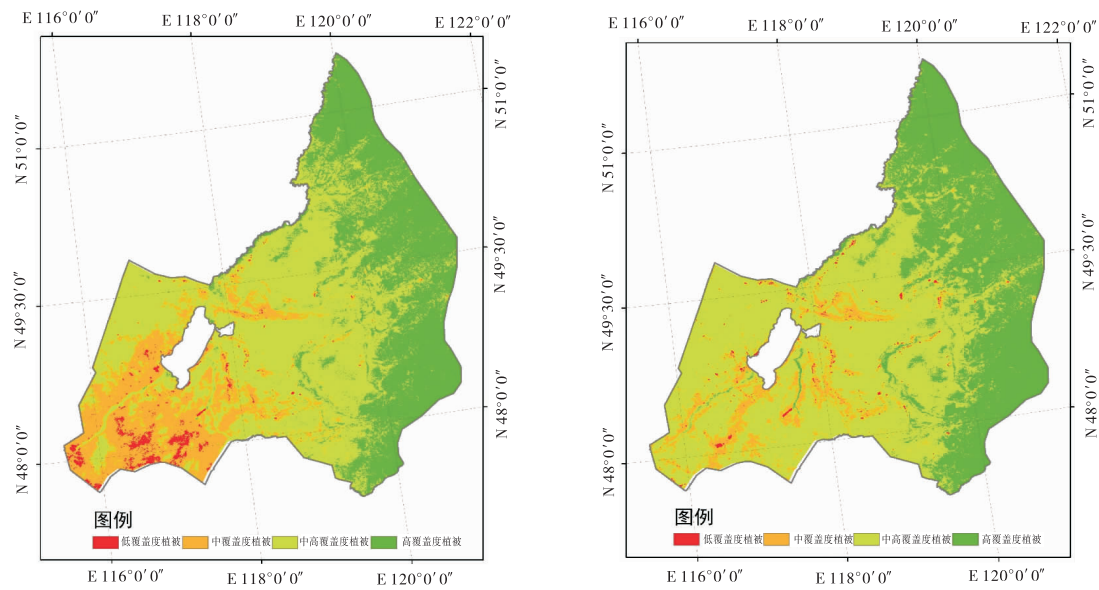


图 2 研究区植被覆盖度空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of vegetation coverage

表 3 研究区植被覆盖度等级统计

Table 3 Vegetation coverage in study area

覆盖度	2000 年		2013 年	
	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%
低覆盖	1 380.90	1.46	480.68	0.51
中覆盖	16 914.71	17.90	7 305.94	7.73
中高覆盖	46 740.99	49.47	53 635.08	56.77
高覆盖	29 448.41	31.17	33 063.29	34.99

2.4 植被覆盖动态变化特征分析

2000~2013 年,呼伦贝尔草原植被覆盖显著改善和轻微改善区总面积为 28 079 km², 占总面积的 29.04%, 主要分布在呼伦贝尔中西部地区, 大部分为中覆盖度和低覆盖度草地, 及海拉尔区、牙克石市西部的耕地; 显著退化和轻微退化区总面积为 31 332 km², 占总面积的 32.40%, 主要为中高、高覆盖度草地, 主要分布在海拉尔区、鄂温克族自治旗中部、新巴尔虎左旗东南部、陈巴尔虎旗北部(表 4, 图 3)。

表 4 植被覆盖变化趋势统计

Table 4 Vegetation coverage change trend

变化斜率	变化趋势	面积/km ²	比例/%
Slope≤-0.0004	显著退化	5 842	6.04
-0.0004<Slope≤0	轻微退化	25 490	26.36
0<Slope≤0.0006	基本不变	37 277	38.55
0.0006<Slope≤0.0012	轻微改善	18 950	19.60
0.0012<Slope	显著改善	9 129	9.44

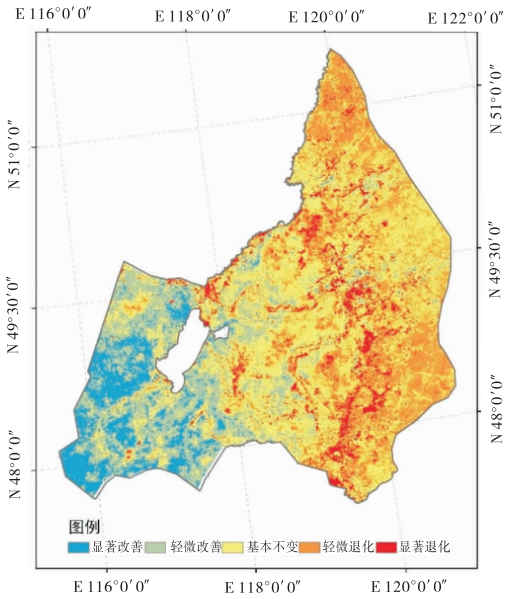


图 3 植被覆盖变化趋势空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of vegetation coverage change trend

3 讨论

2000 年到 2013 年,呼伦贝尔草原土地利用/覆盖类型、植被覆盖状况等发生了明显的时空变化, 主要特征体现在以下几个方面:

(1)土地利用/覆盖类型变化幅度由大到小排列前三位的是未利用土地、耕地、水域, 变化率分别为 94.13%、-22.72% 和 -19.84%, 未利用地增长了 6 108 km², 主要由于高覆盖度草地和低覆盖度草地分

别转移为沼泽地和沙地;耕地面积减少 1 851 km²;水域用地面积减少 773km²。

(2)林地面积整体增多,草地面积整体减少,但呈现“高覆盖度草地面积快速增多,中、低度覆盖度草地面积减少”的趋势;城乡工矿居民用地面积较为稳定,但受城镇化影响,农村居民点变化较大。

(3)植被覆盖度呈现增长趋势,高、中高覆盖度植被区的比例分别由 31.17%和 49.47%上升到34.99%和 56.77%,中覆盖度、低覆盖度植被区的比例分别由 17.90%和 1.46%下降到 7.73%和 0.51%。

(4)植被覆盖显著改善和轻微改善区占总面积的 29.04%,主要分布在呼伦贝尔草原中西部地区,大部分为中覆盖度和低覆盖度草地;显著退化和轻微退化区占总面积的 32.4%,主要为中高、高覆盖度草地。

土地利用/覆盖及植被覆盖状况的变化,一方面受气候变化的影响,另一方面受人类活动的影响,二者是植被覆盖度变化的重要驱动力^[21-22],围封禁牧、退耕还林还草等宏观政策,在呼伦贝尔草原的整体生态修复效果显著,但呼伦湖面积持续减小,草地质量有两极分化趋势。

4 结论

研究区区域耕地面积减少,其中大部分转移为草地,主要受当地退耕还草等宏观政策影响,该区域的水域面积近年减少明显,主要体现在呼伦湖及周边滩地面积的缩减,其中气候暖干化已经成为呼伦湖湿地面积萎缩的主要因素^[20]。草地的面积整体呈现减少态势,草地质量向两极集中变化,一部分退化转移成为未利用土地类型中的沼泽地与沙地,一部分转移为高覆盖度草地;林地与城乡工矿居民用地较为稳定,城乡工矿居民用地土地类型中有 250 km² 农村居民点转变为草地。

土地利用/覆盖及植被覆盖状况的变化,一方面受气候变化的影响,另一方面受人类活动的影响,二者是植被覆盖度变化的重要驱动力^[21-22],分析结果发现围封禁牧、退耕还林还草等宏观政策,对呼伦贝尔草原的整体生态修复指导效果显著,但呼伦湖面积持续减小,草地质量有两极分化趋势。

参考文献:

- [1] JIAPAER G, CHEN X, BAO A. A comparison of methods for estimating fractional vegetation cover in arid regions [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2011, 151(12): 1698—1710.
- [2] 刘斌, 罗全华, 常文哲, 等. 不同林草植被覆盖度的水土保持效益及适宜植被覆盖度[J]. 中国水土保持科学, 2008 (6): 71—76.
- [3] 丁一汇, 李巧萍, 董文杰. 植被变化对中国区域气候影响的数值模拟研究[J]. 气象学报, 2005, 63(5): 75—83.
- [4] 信忠保, 许炯心, 郑伟. 气候变化和人类活动对黄土高原植被覆盖变化的影响[J]. 中国科学(地球科学), 2007, 37 (11): 1504—1514.
- [5] 杨光华, 包安明, 陈曦, 等. 气候和土地利用变化对塔里木河干流区植被覆盖变化的影响[J]. 中国沙漠, 2010, 30 (6): 145—153.
- [6] 刘军会, 高吉喜. 气候和土地利用变化对中国北方农牧交错带植被覆盖变化的影响[J]. 应用生态学报, 2008, 19 (9): 154—160.
- [7] 元志辉, 雷军, 包刚, 等. 土地利用/覆盖变化对浑善达克沙地植被覆盖度的影响[J]. 水土保持学报, 2016, 30(6): 330—338.
- [8] 刘宇, 傅伯杰. 黄土高原植被覆盖度变化的地形分异及土地利用/覆被变化的影响[J]. 干旱区地理(汉文版), 2013, 36(6): 1097—1102.
- [9] 梁尧钦, 曾辉, 李菁. 深圳市大鹏半岛土地利用变化对植被覆盖动态的影响[J]. 应用生态学报, 2012, 23(1): 199—205.
- [10] 王治良, 路春燕. 呼伦贝尔草原区土地利用及景观格局变化特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(12): 91—97.
- [11] 潘学平. 呼伦贝尔草原植被覆盖度与地上生物量时空格局研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2015.
- [12] 李苗苗. 植被覆盖度的遥感估算方法研究[D]. 石家庄: 中国科学院研究生院(遥感应用研究所), 2003.
- [13] 李正国, 王仰麟, 吴健生, 等. 不同土地利用方式对黄土高原植被覆盖季节变化的影响——以陕北延河流域为例[J]. 第四纪研究, 2005, 25(6): 762—769.
- [14] 赵淑清, 方精云, 唐志尧, 等. 洪湖湖区土地利用/土地覆盖时空格局研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 721—725.
- [15] 王大伟, 程红光, 郝芳华, 等. 长江上游典型山区土地利

用/覆盖和景观格局变化分析[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(3):63—67.

[16] 曹瑞娜,齐伟,李乐,等. 基于流域的山区景观格局分析和分区研究——以山东省栖霞市为例[J]. 中国生态农业学报,2014,22(7):859—865.

[17] 吕世海,卢欣石,金维林,等. 呼伦贝尔草地风蚀沙漠化演变及其逆转研究[J]. 干旱区资源与环境,2005,19(3):59—63.

[18] 赵慧颖. 呼伦贝尔沙地 45 年来气候变化及其对生态环境的影响[J]. 生态学杂志,2007,26(11):1817—1821.

[19] 张含玉,方怒放,史志华. 黄土高原植被覆盖时空变化及其对气候因子的响应[J]. 生态学报,2016,36(13):3960—3968.

[20] 张娜,乌力吉,刘松涛,等. 呼伦湖地区气候变化特征及其对湖泊面积的影响[J]. 干旱区资源与环境,2015,29(7):192—197.

[21] Tasser E, Tappeiner U. Impact of land use changes on mountain vegetation [J]. Applied Vegetation Science, 2002,5(2):173—184.

[22] Bragg T B, Tatschl A K . Changes in flood-plain vegetation and land use along the Missouri River from 1826 to1972[J]. Environmental Management, 1977,1(4):343—348.

Study on changes of vegetation coverage and land use/cover in Hulunbuir

HU Zhi-chao¹, WANG Hai-mei², MA Xiu-zhi³

(1. Hohhot Meteorological Bureau, Hohhot 010020, China; 2. Inner Mongolia Institute of Meteorological Sciences, Hohhot 010051, China; 3. College of Forestry, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China)

Abstract: In order to explore the characteristics of land use/land cover change (LUCC) and spatial-temporal change of vegetation cover, we choose land use database to compare the different year of landscape patterns by matrix analysis method. Based on 16-day composite MODIS NDVI data, we calculated the trend of the vegetation cover evolution in Hulunbeier steppe during 2000~2013 by linear regression. The results showed that 1) The land types in the study area were mainly grassland and forestland, which accounted for around 80% of total area; 2) In 14 years, the largest increased type was unused land, which was transferred mainly from grassland, and the largest decreased type was arable land, which mainly transferred to grassland; 3) Vegetation coverage was generally stable and kept an increasing trend, in which, the area of moderate and high coverage accounted for the highest proportion (53 635. 08 km²); 4) The area where the change trend of vegetation coverage was at an improving state concentrated in the central and western regions, and the regions with a degraded trend distributed in the east. The areas under significant degradation distributed in Hailar and its north and south neighboring parts.

Key words: Hulunbeier; landuse; vegetation coverage; MODIS NDVI